

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

JP 406160606 A
JUN 1994**(54) IMAGE DISPLAY DEVICE AND MICROLENS ARRAY THEREFOR**

(11) 6-160606 (A) (43) 7.6.1994 (19) JP

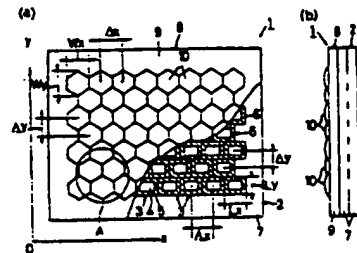
(21) Appl. No. 4-332394 (22) 17.11.1992

(71) OMRON CORP (72) OSAMU NISHIZAKI(1)

(51) Int. Cl.⁵ G02B3/00

PURPOSE: To provide the image display device equipped with the microlens array which has a high effective aperture rate and small astigmatism.

CONSTITUTION: The microlens array 8 is arranged opposite a liquid crystal display panel 2 where rectangular pixels 3 are arrayed in a delta shape. This microlens array 8 is constituted by arraying hexagonal microlenses 10 almost without any gap, and the microlenses 10 correspond to the respective pixels 3 one to one. Specially, such microlenses 10 that the column-directional size W_x of pixels is nearly equal to the row-directional size W_y are preferable.



THIS PAGE BLANK (11/15/70)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-160606

(43)公開日 平成6年(1994)6月7日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 B 3/00

A 8106-2K

審査請求 未請求 請求項の数9(全 11 頁)

(21)出願番号 特願平4-332394

(22)出願日 平成4年(1992)11月17日

(71)出願人 000002945

オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町10番地

(72)発明者 西崎 修

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ

ムロン株式会社内

(72)発明者 青山 茂

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ

ムロン株式会社内

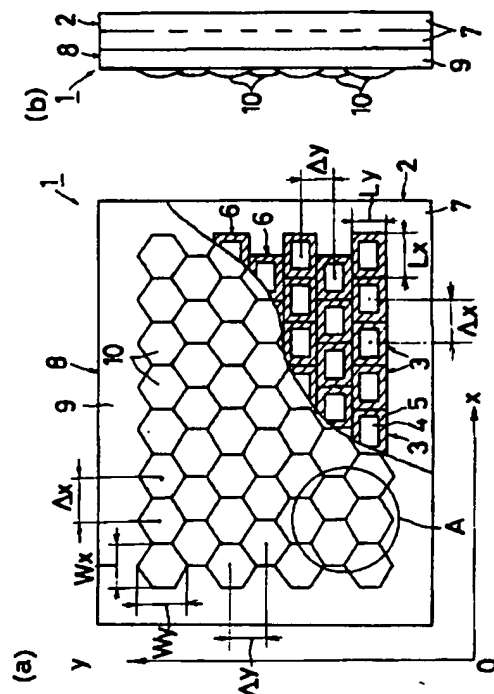
(74)代理人 弁理士 中野 雅房

(54)【発明の名称】 画像表示装置及び画像表示装置用のマイクロレンズアレイ

(57)【要約】

【目的】 有効開口率が高く、且つ非点収差の小さなマイクロレンズアレイを備えた画像表示装置を実現する。

【構成】 矩形の画素3をデルタ配列させた液晶表示パネル2にマイクロレンズアレイ8を対向させて配置する。このマイクロレンズアレイ8は、レンズ形状が六角形をしたマイクロレンズ10をほぼ隙間無く配列させたものであり、各マイクロレンズ10は各画素3と1対1に対応している。特に、このマイクロレンズ10は画素3の列方向における寸法 W_x と行方向における寸法 W_y とがほぼ等しいものが好ましい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一定の画素ピッチで複数の画素を直線的に配列した画素列を、隣接する画素列と列方向の画素ピッチの半ピッチずらして並べた液晶表示パネルと、前記液晶表示パネルの各画素へ光を集光して導くマイクロレンズが、各画素と1対1に対応するように複数配置されたマイクロレンズアレイと、を備えた液晶表示装置において、前記マイクロレンズのレンズ形状を六角形としたことを特徴とする画像表示装置。

【請求項2】 前記マイクロレンズは2次元的にほぼ隙間なく配列されていることを特徴とする請求項1に記載の画像表示装置。

【請求項3】 前記マイクロレンズのレンズ形状をなす六角形の対向する2つの頂点の組のうち、いずれか1組の頂点間を結ぶ線分の方角と、前記画素列の列方角とがほぼ直交することを特徴とする請求項1又は2に記載の画像表示装置。

【請求項4】 前記マイクロレンズのレンズ形状をなす六角形の対向する2つの頂点の組のうち、いずれか1組の頂点間を結ぶ線分の長さ、当該線分とほぼ直交する方向で対向する2辺間を結ぶ線分の長さ、とがほぼ等しいことを特徴とする請求項1、2又は3に記載の画像表示装置。

【請求項5】 前記マイクロレンズのレンズ形状をなす六角形の対向する頂点の組のうち、いずれか1組の頂点間を結ぶ方向のレンズ面曲率と、当該線分とほぼ直交する方向で対向する2辺間を結ぶ方向のレンズ面曲率とがほぼ等しいことを特徴とする請求項1、2、3又は4に記載の画像表示装置。

【請求項6】 前記各画素は画素列の列方向に長い長方形であることを特徴とする請求項1、2、3、4または5に記載の画像表示装置。

【請求項7】 レンズ形状が六角形であるマイクロレンズを2次元的にほぼ隙間なく配列したことを特徴とするマイクロレンズアレイ。

【請求項8】 前記マイクロレンズのレンズ形状をなす六角形の対向する2つの頂点の組のうち、いずれか1組の頂点間を結ぶ線分の長さ、当該線分とほぼ直交する方向で対向する2辺間を結ぶ線分の長さ、とがほぼ等しいことを特徴とする請求項7に記載のマイクロレンズアレイ。

【請求項9】 前記マイクロレンズのレンズ形状をなす六角形の対向する頂点の組のうち、いずれか1組の頂点間を結ぶ方向のレンズ面曲率と、当該線分とほぼ直交する方向で対向する2辺間を結ぶ方向のレンズ面曲率とがほぼ等しいことを特徴とする請求項7又は8に記載のマイクロレンズアレイ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、画像表示装置及び画像表示装置用のマイクロレンズアレイに関する。具体的にいうと、本発明は、液晶表示パネルとマイクロレンズアレイを備えた画像表示装置と、当該画像表示装置に用いられるマイクロレンズアレイに関する。

【0002】

【背景技術とその問題点】マイクロレンズアレイは、ファイン・オプティクスその他の分野における重要な光学素子として、今後ますます需要が高まることが予想される。以下、液晶テレビプロジェクタへの応用例とその問題点を説明する。

【0003】液晶テレビプロジェクタ31は、図7に示すように、反射鏡32付きの白色ランプ33及びコンデンサレンズ34からなるバックライト光源35と、2枚の偏光板36に挟まれた液晶表示パネル37と、投影レンズ38とから構成されている。

【0004】図8は上記液晶表示パネル37の構成を模式的に示す平面図、図9(a)は液晶表示パネル37のほぼ1つの画素40の構造を具体的に示す断面図、図9(b)は図9(a)のJ-J線断面図である。この液晶表示パネル37にあっては、ガラス基板41上に透明電極42がマトリクス状に形成され、各透明電極42間に横方向に表示電極 Y_1, Y_2, \dots, Y_j が配線され、絶縁膜43を介して縦方向に走査電極 X_1, X_2, \dots, X_i が配線されている。また、各透明電極42の近傍には半導体層48を有するスイッチング用の薄膜トランジスタ44が設けられており、薄膜トランジスタ44のドレイン電極45は透明電極42に接続され、ソース電極46は走査電極 X_1, X_2, \dots, X_i に接続され、ゲート電極47は表示電極 Y_1, Y_2, \dots, Y_j に接続されている。また、ガラス基板41の上方には下面に対向透明電極50、絶縁膜51及びカラーフィルタ52を設けられた対向ガラス基板49がスペーサ53を介して設けられており、ガラス基板41と対向ガラス基板49の間には液晶54が封止されている。

【0005】しかして、走査電極 X_1, X_2, \dots, X_i に走査電圧を印加し、走査電圧と同期させながら表示電極 Y_1, Y_2, \dots, Y_j に画像信号を送ることにより交点（選択点）の薄膜トランジスタ44をオンさせ、液晶54の偏光特性を変化させて画素40を表示させることができ、液晶表示パネル37に2次元の動画像を表示させることが可能となっている。しかし、図7に示すように、バックライト光源35をオンしてバックライト光源35からの光束 α によって2枚の偏光板36に挟まれた液晶表示パネル37を照らせば、液晶表示パネル37に表示された動画像が投影レンズ38によって拡大され、スクリーン39に投影される。

【0006】このような液晶テレビプロジェクタ31にあっては、画像の分解能を高める（表示容量を増大させる）ため液晶表示パネル37の画素寸法の縮小化が進め

られているが、走査電極 X_1, X_2, \dots, X_i や表示電極 Y_1, Y_2, \dots, Y_j 等が配線されている配線領域55を縮小すると、歩止まりの低下や電気抵抗の増大等の弊害を生じるので、透明電極42の配置されている画素開口領域56の面積を縮小することによって画素寸法の縮小化を図っている。

【0007】しかしながら、図12に示すように、液晶表示パネル37に入射する光束 α のうち画素開口領域56に入射する光束 α は液晶表示パネル37を透過するが、配線領域55に入射する光束 α は走査電極 X_1, X_2, \dots, X_i や表示電極 Y_1, Y_2, \dots, Y_j 等に遮蔽され、スクリーン39側へ透過できない。このため、図12(1画素分の領域に入射及び透過する光束 α には破線による斜線を施している。)から明らかなように、画素40の有効開口率は、

画素40の有効開口率=画素開口領域56の面積/画素40の全面積

となる。この結果、画素開口領域56の面積を縮小させると、画素40の有効開口率が低下するため、照明光の透過率が低下し、画面が暗くなるという問題があった。例えば、図10には、画素40をデルタ配列(三角配列)した液晶表示パネル37における透明電極42及び走査電極 X_1, X_2, \dots, X_i 、表示電極 Y_1, Y_2, \dots, Y_j 等の具体的な配置パターンを示しているが、このような液晶表示パネル37の全ての画素40をオンにしても、この液晶表示パネル37の発光面積は図11の白抜き領域(発光領域である画素開口領域56を白抜きで示す。一方、影となる配線領域55は斜線を施している。)で示すような割合にしかならず、透明電極42を小さくすると液晶表示パネル37の画面が暗くなっていた。

【0008】図13に示すものは別な従来例の斜視図であって、マイクロレンズアレイ57を備えた液晶表示パネル37を示している。なお、図13においては、1つの画素40に斜線を施してあり、対応するマイクロレンズ58にも斜線を施している。この従来例にあっては、レンズ形状が円形をしたマイクロレンズ58を液晶表示パネル37の画素40と同様に配列したマイクロレンズアレイ57を液晶表示パネル37のバックライト光源35側に設置してあり、バックライト光源35からの光を画素開口領域56に集光させることによって画面を明るくしている。

【0009】しかしながら、このようなレンズ形状が円形をしたマイクロレンズアレイ57を備えた液晶表示パネル37にあっては、集光に寄与しないデッドスペース(つまり、マイクロレンズ58とマイクロレンズ58との間の空隙部分)が多いため、マイクロレンズアレイ57の有効開口率(=マイクロレンズ58の面積[図13の斜線領域]/マイクロレンズアレイ57の全体の面積)が低く、光の利用効率をさほど高めることがで

きなかった。

【0010】図14に示すものはさらに別な従来例であって、この従来例に用いられているマイクロレンズアレイ59においては、マイクロレンズ60のレンズ形状を矩形状(長方形)にしてマイクロレンズ60間の隙間をなくし、有効開口率を高めている。なお、マイクロレンズ60は液晶表示パネル37の画素40と同じピッチで配列され、画素40がマトリックス配列されている場合はマイクロレンズ60もマトリックス配列され、画素40がデルタ配列されている場合は図15に示すようにマイクロレンズ60もデルタ配列される。このようなマイクロレンズアレイ59を使用すれば、マイクロレンズアレイ59のデッドスペースをなくすことができ、図16に示すように、バックライト光源35からの照明光を全て画素開口領域56に集光させることができ、光の利用効率を極めて高くすることができる。

【0011】しかしながら、実際には画像の分解能を高めるために画素開口領域56の面積を小さくしていくと、以下の理由から照明光を画素開口領域56に集光することができなくなり、光の利用効率が悪くなる。すなわち、このようなマイクロレンズアレイは、ガラス基板上に配列したレンズ母材を熔融させ、熔融したレンズ母材が表面張力によってレンズ形状になったときに冷却硬化させて作製しているので、レンズ形状が円形でない場合はレンズ中心を通る各径方向によってレンズ面の曲率差が大きくなり、非点収差が発生するために1点に集光することができない。

【0012】図17(a)はレンズ形状が矩形状をしたマイクロレンズ60の正面図、図17(b)(c)は図17(a)のD-D線断面図及びE-E線断面図である。レンズ形状が矩形状の場合は、図17に示すように、マイクロレンズ60の長軸方向の曲率半径 R_y が短軸方向の曲率半径 R_x よりもだいぶ大きくなり、非点収差が発生する。このため、図18(a)に示すように、矩形状のマイクロレンズ60を通過した光線61は焦点距離 f_x, f_y に異なる2つの焦点L, Mを結び、x方向及びy方向のどちらの焦点L, Mにおいても図18(b)(c)に示すように光線61はスリット光になる。したがって、マイクロレンズ60を透過させてもスポット光を得ることができず、画素開口領域56の面積を小さくした場合には、マイクロレンズアレイ59と液晶表示パネル37の距離を調節しても光線61を画素開口領域56内に収めることができなくなり、光の有効利用を図ることができなくなる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、叙上の従来例の欠点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、有効開口率が大きく、且つレンズ面の曲率差が小さなマイクロレンズアレイと、そのマイクロレンズアレイを用いた高分解能かつ高輝度画面の画像表示装置

を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の画像表示装置は、一定の画素ピッチで複数の画素を直線的に配列した画素列を、隣接する画素列と列方向の画素ピッチの半ピッチずらして並べた液晶表示パネルと、上記液晶表示パネルの各画素へ光を集光して導くマイクロレンズが、各画素と1対1に対応するように複数配置されたマイクロレンズアレイと、を備えた液晶表示装置において、上記マイクロレンズのレンズ形状を六角形としたことを特徴

としている。

【0015】上記画像表示装置においては、上記マイクロレンズを2次元的にほぼ隙間なく配列していることが好ましい。

【0016】また、上記画像表示装置においては、上記マイクロレンズのレンズ形状をなす六角形の対向する2つの頂点の組のうち、いずれか1組の頂点間を結ぶ線分の方

向と、上記画素列の列方向とをほぼ直交させておく

とよい。さらに、上記マイクロレンズのレンズ形状をなす六角形の対向する2つの頂点の組のうち、いずれか1組の頂点間を結ぶ線分の長さと、当該線分とほぼ直交する方向で対向する2辺間を結ぶ線分の長さとをほぼ等しくしてもよい。あるいは、上記マイクロレンズのレンズ形状をなす六角形の対向する頂点の組のうち、いずれか1組の頂点間を結ぶ方向のレンズ面曲率と、当該線分とほぼ直交する方向で対向する2辺間を結ぶ方向のレンズ面曲率とをほぼ等しくしておいてもよい。

【0017】また、上記画像表示装置においては、上記各画素を画素列の列方向に長い長方形とするのが好ましい。

【0018】本発明のマイクロレンズアレイは、レンズ形状が六角形であるマイクロレンズを2次元的にほぼ隙間なく配列したことを特徴としている。

【0019】また、上記マイクロレンズアレイにおいては、上記マイクロレンズのレンズ形状をなす六角形の対向する2つの頂点の組のうち、いずれか1組の頂点間を結ぶ線分の長さと、当該線分とほぼ直交する方向で対向する2辺間を結ぶ線分の長さとをほぼ等しくしてもよい。あるいは、上記マイクロレンズのレンズ形状をなす六角形の対向する頂点の組のうち、いずれか1組の頂点間を結ぶ方向のレンズ面曲率と、当該線分とほぼ直交する方向で対向する2辺間を結ぶ方向のレンズ面曲率とをほぼ等しくしてもよい。

【0020】

【作用】本発明においては、マイクロレンズアレイのレンズ形状を六角形としているので、正方形や矩形のマイクロレンズに比較してレンズ中心から各方向のレンズ外縁までの径の寸法差を小さくでき、レンズ母材を溶融させてマイクロレンズを作製する場合でも、レンズ中心を通る各径方向についてレンズ面の曲率差を小さくするこ

とができ、非点収差を小さくすることができる。しかも、隣接する画素列同志を半ピッチずらずらして並べたデルタ配列の画素と当該マイクロレンズとを1対1に対応させて配列することができる。さらに、レンズ形状を六角形とすれば、複数のマイクロレンズを2次元的にほぼ隙間なく配列することが可能になり、ほぼ隙間なくマイクロレンズを配列すれば、マイクロレンズ間のデッドスペースがほとんど無くなり、マイクロレンズアレイの有効開口率を1に近づけることができ、光の利用効率を高めることができる。

【0021】このようなマイクロレンズアレイを備えた画像表示装置においては、マイクロレンズアレイの有効開口率を1に近づけることができるので、液晶表示パネルに向けて入射した光束のほとんど全ての光を画素開口領域へ集光させることができ、光の利用効率を高くすることができる。しかも、マイクロレンズアレイを通過後の光線の非点収差を小さくすることができるので、マイクロレンズアレイを通過後の集光スポットを小さく絞ることができ、画素を縮小しようとして画素開口領域を小さくしても画素の配線領域で光線のケラレを生じにくくなる。従って、本発明の画像表示装置によれば、高分解能で、かつ、高輝度画面の画像表示装置を実現することができる。

【0022】特に、マイクロレンズのレンズ形状をなす六角形の対向する2つの頂点の組のうち、いずれか1組の頂点間を結ぶ線分の長さと、当該線分とほぼ直交する方向で対向する2辺間を結ぶ線分の長さとをほぼ等しくすれば、レンズ母材を溶融させてマイクロレンズを作製する場合に、マイクロレンズのレンズ形状をなす六角形の対向する頂点の組のうち、いずれか1組の頂点間を結ぶ方向のレンズ面曲率と、当該線分とほぼ直交する方向で対向する2辺間を結ぶ方向のレンズ面曲率とをほぼ等しくすることができ、ほぼ直交する2方向における焦点位置をほぼ一致させることができ、マイクロレンズの非点収差を小さくするのに有効である。

【0023】

【実施例】図1(a)(b)は本発明の一実施例による画像表示装置1の構造を示す一部破断した平面図及び側面図である。この画像表示装置1は、多数の画素3を2次元的にデルタ配列した液晶表示パネル2と、六角形状をした多数のマイクロレンズ10を2次元的にデルタ配列したマイクロレンズアレイ8とから構成されており、液晶表示パネル2の各画素3とマイクロレンズアレイ8の各マイクロレンズ10とは互いに1対1に対応するように配置されている。このようにカラー配列としてデルタ配列を採用された液晶表示パネルは、空間分解能の方向依存性が最も小さいことが知られている。すなわち、デルタ配列を採用することにより、高品位の再生画像の実現が可能になる(特公平3-64046号公報)。

【0024】この液晶表示パネル2にあっては、矩形状をした多数の画素3が一对のガラス基板7、7間で隙間なく配列されており、各画素3は列方向(図1(a)においては、x方向で示している。)に一定の画素ピッチ Δx で一列に並んでおり、各画素列6は、隣接する画素列6同志が列方向画素ピッチの半ピッチ $\Delta x/2$ だけ列方向へずれた状態で一定の画素ピッチ Δy 毎に行方向(図1(a)においては、y方向で示している。)に配列されている。従って、各画素のx方向の寸法 Lx は列方向画素ピッチ Δx と等しく($Lx = \Delta x$)、y方向の寸法 Ly も行方向画素ピッチ Δy と等しくなっており($Ly = \Delta y$)、各画素3の中央部には画素開口領域(透明電極の配置されている部分)4が設けられ、画素開口領域4は配線領域5で囲まれている。

【0025】一方、マイクロレンズアレイ8は、平板状をした透明な基板部9の表面にレンズ形状(開口形状)が六角形の多数のマイクロレンズ10をほぼ隙間なく凸設したものであって、基板部9の他方の裏面を液晶表示パネル7に貼り合わされている。詳しくいうと、各マイクロレンズ10はx方向には六角形の辺同志を隣接させるようにして列方向画素ピッチと等しいピッチ Δx で一列に配列されており、y方向にはマイクロレンズ10の列同志が列方向ピッチの半ピッチ $\Delta x/2$ だけ列方向へずれた状態で行方向画素ピッチと等しいピッチ Δy 毎に行方向に配列されている。こうして、図2に示すように、各マイクロレンズ10の中心Qは、対応する各画素3の中心Pと一致するように配置されている。

【0026】具体的にいうと、各マイクロレンズ10のレンズ形状は、マイクロレンズ10の中心Qを通るx軸方向の対称軸に関して上下対称で、中心Qを通るy軸方向の対称軸に関して左右対称となっている。また、各マイクロレンズ10は周囲に幅 Δs の隙間(非レンズ部分)11を設けて配置されており、このため各マイクロレンズ10のx方向の(幅)寸法 Wx 及びy方向の(高さ)寸法 Wy は、それぞれx方向のピッチ Δx 及びy方向のピッチ Δy よりも若干小さくなっており、各寸法 Wx 、 Wy が

$$Wx \approx Wy \quad \dots \textcircled{1}$$

となるように構成されている。この結果、図3(a)(b)(c)に示すように、マイクロレンズ10のx方向における断面の曲率半径 Rx (図3(c))と、マイクロレンズ10のy方向における断面の曲率半径 Ry (図3(b))とがほぼ等しくなり、各マイクロレンズ10のx軸方向の焦点位置とy軸方向の焦点位置との非点収差を小さくすることができ、それに応じて画素3の画素開口領域4を小さくすることができる。

【0027】上記①式を満たすマイクロレンズ10のレンズ形状を実現する方法としては、(7)マイクロレンズ10の六角形の各頂角を 120° に保ったままで各辺の長さを異ならせる方法、(i)六角形の各辺の長さを等し

くしたままで、各頂角を 120° と異ならせる方法、(7)六角形の各頂角及び辺の長さをともに調整する方法などが考えられる。例えば、(7)の方法であれば、図4(a)に示すように、マイクロレンズ10のレンズ形状である六角形の全頂角を 120° とすると共に六角形の両側の辺の長さHと他の4辺(傾斜辺)の長さKの比を $H/K \approx \sqrt{3}-1 \quad \dots \textcircled{2}$

(但し、 $\sqrt{3} = 3^{1/2}$)とする。さらに、画素3のx方向の寸法 Lx をマイクロレンズ10のx方向の幅 Wx とほぼ等しくして

$$Wx + 2\Delta s \approx Lx \quad \dots \textcircled{3}$$

とし、画素3のx方向の寸法 Lx (=列方向画素ピッチ Δx)と、画素のy方向の寸法 Ly (=行方向画素ピッチ Δy)との比を、

$$Ly/Lx \approx (2\sqrt{3}-1)/(2\sqrt{3}) \quad \dots \textcircled{4}$$

となるようにすればよい。また、(i)の方法であれば、図4(b)に示すように、マイクロレンズ10のレンズ形状の六角形の全ての辺の長さを等しくすると共に六角形の上下の頂角 $\theta 1$ と他の4つの頂角 $\theta 2$ をそれぞれ

$$\theta 1 \approx 132^\circ$$

$$\theta 2 \approx 114^\circ$$

とする。さらに、画素3のx方向の寸法 Lx とy方向の寸法 Ly との比を、

$$Ly/Lx \approx 0.77 \quad \dots \textcircled{5}$$

となるようにすればよい。また、(7)の方法等であれば、角度と辺の長さの組合せによってよりマイクロレンズ10の設計の自由度は大きくなる。

【0028】図5(a)(b)(c)はマイクロレンズアレイ8の製造方法の一例を示す断面図であって、上記のようないずれのマイクロレンズアレイ8も以下のようにして作製することができる。まず、ガラス板やアクリル板等で形成した透明な基板部9の表面全体に透明な微小レンズ用材料12(例えば、透明なフォトレジスト材料など)をコーティングする(図5(a))。ついで、この微小レンズ用材料12の被膜にフォトマスクを重ねて露光し、さらに現像することにより、所定のレンズ形状(六角形)のレンズ母材13が多数得られるようにパターンニングすると共に多数のレンズ母材13をデルタ配列し、パターンニングされた各レンズ母材13同志の間に $2\Delta s$ の幅の隙間11を形成する(図5(b))。ついで、レンズ母材13をベークして溶融させると、溶融したレンズ母材13の表面が凸面となり、その表面が凸面の状態を保ったままでレンズ母材13を硬化させ、多数のマイクロレンズ10を形成する(図5(c))。

【0029】このようにしてレンズ母材13を溶融させると、レンズ母材13の中央が表面張力によって盛り上がり、図3(a)(b)(c)に示したようなレンズ形状が得られるが、このようにして得られたマイクロレンズ10の中央の厚みを d とすると、マイクロレンズ10の表面におけるx軸方向の曲率半径 Rx 及びy軸方向の

曲率半径 R_y は次式で表される。

$$R_x = [d^2 + (W_x/2)^2] / (2d)$$

$$R_y = [d^2 + (W_y/2)^2] / (2d)$$

したがって、マイクロレンズ10のx軸方向の寸法 W_x とy軸方向の寸法 W_y をほぼ等しくしてあれば、マイクロレンズ10の表面のx軸方向の曲率半径 R_x とy軸方向の曲率半径 R_y をほぼ等しくすることができ、マイクロレンズ10の非点収差を小さくできる。

【0030】また、上記のようにレンズ母材13を溶融及び冷却させてマイクロレンズアレイ8を製造するとき、レンズ母材13間の隙間11の幅 $2\Delta s$ を適当な値にしておくことにより、レンズ母材13の溶融時に隣接するレンズ母材13同志が融合してレンズ形状が損われるのを防止することができる。一方、別な製造方法によりマイクロレンズアレイ8を製造する場合には、マイクロレンズ10間の隙間11は無くてもよい。

【0031】図6(a)(b)はマイクロレンズアレイ8の量産方法を示す断面図である。マイクロレンズ10を量産する場合には、例えば上記のような方法によって製作したマイクロレンズアレイ8を用意し、図6(a)に示すように、スパッタリングや蒸着等によってマイクロレンズアレイ8の表面全体を覆うように銀薄膜14を形成する。ついで、この銀薄膜14を電極として電鍍法により、銀薄膜14上にニッケルが板状になるまで堆積させてニッケルスタンプ15を作製する。その後、ニッケルスタンプ15を銀薄膜14から剥離させ、マイクロレンズアレイ8の表面形状を転写されたニッケルスタンプ15を分離する。

【0032】つぎに、図6(b)に示すように、このニッケルスタンプ15の型転写面に紫外線硬化型のフォトリソグレイム16を滴下し、フォトリソグレイム16の上から透明で平面性の良いアクリル板やガラス板等の平滑板17を押し付け、平滑板17の上方から紫外線を照射してフォトリソグレイム16を硬化させた後、ニッケルスタンプ15及び平滑板17からフォトリソグレイム16を剥離する。その後、フォトリソグレイム16の表面側から紫外線を十分に照射してフォトリソグレイム16を完全に硬化させ、フォトリソグレイム16によって基板部9及び多数のマイクロレンズ10を一体成形し、元のマイクロレンズアレイ8を複製することができる。

【0033】なお、上記のようにx方向の幅とy方向の高さの等しいマイクロレンズ10を用いることが特に好ましいが、本発明の画像表示装置に用いるマイクロレンズ10のレンズ形状及び画素3の形状としては上記以外にも可能である。上記のような形状のマイクロレンズ10に限らず、マイクロレンズ10を六角形とすることにより、対応する矩形のマイクロレンズと比較して、レンズの非点収差を小さくすることができる。例えば、画素3を正方形としてもよい。この場合には、例えば全頂角が 120° で左右の辺の長さHと他の4辺の長さKの比

が

$$H/K = (2\sqrt{3}-1)/2$$

のレンズ形状をもつマイクロレンズ10を用いればよい。あるいは、マイクロレンズ10のレンズ形状を正六角形としてもよい。この場合には、画素3のx方向の長さ L_x とy方向の長さ L_y との比が

$$L_y/L_x = \sqrt{3}/2$$

とすればよい。このようにマイクロレンズ10のレンズ形状を正六角形とすれば、マイクロレンズ10の等方性が高くなるので、球面レンズにより近くなる。

【0034】また、異なる実施例としては、図示していないが、マイクロレンズ10及び画素3をいずれも六角形とし、互いに対向させるように配置してもよい。

【0035】また、上記各実施例においては、マイクロレンズのレンズ形状を上下及び左右に対称な形状としたが、ほぼ隙間なく配列することができるレンズ形状であれば、マイクロレンズの光学的な歪があまり大きくなりえない程度において、非対称な六角形としても差し支えない。

【0036】

【発明の効果】本発明においては、六角形のマイクロレンズを用いることにより、正方形や矩形のマイクロレンズと比較してレンズ中心から各方向のレンズ外縁までの径の寸法差を小さくできるので、レンズ中心を通る各径方向についてレンズ面の曲率差を小さくすることができ、非点収差を小さくできる。しかも、隣接する画素列同志を半ピッチずつずらして並べたデルタ配列の画素と当該マイクロレンズとを1対1に対応させて配列することができるので、デルタ配列の液晶表示パネル用のマイクロレンズアレイとして好適に用いることができる。さらに、複数のマイクロレンズを2次元的にほぼ隙間なく配列することが可能になるので、マイクロレンズ間のデッドスペースがほとんどなくなり、マイクロレンズアレイの有効開口率を1に近づけることができ、光の利用効率を高めることができる。

【0037】このようなマイクロレンズアレイを備えた画像表示装置においては、マイクロレンズアレイの有効開口率を1に近づけることができるので、液晶表示パネルに向けて入射した光束のほとんど全ての光を画素開口領域へ集光させることができ、光の利用効率を高くすることができる。しかも、マイクロレンズアレイを通過後の光線の非点収差を小さくすることができるので、マイクロレンズアレイを通過後の集光スポットを小さく絞ることができ、画素を縮小しようとして画素開口領域を小さくしても画素の配線領域で光線のケラレを生じにくくなる。従って、本発明の画像表示装置によれば、画素寸法を縮小化でき、高分解能で、かつ、高輝度画面の画像表示装置を実現することができる。

【0038】特に、マイクロレンズのレンズ形状をなす六角形の対向する2つの頂点の組のうち、いずれか1組

の頂点間を結ぶ線分の長さと、当該線分とはほぼ直交する方向で対向する2辺間を結ぶ線分の長さをほぼ等しくすれば、レンズ母材を熔融させてマイクロレンズを作製する場合に、マイクロレンズのレンズ形状をなす六角形の対向する頂点の組のうち、いずれか1組の頂点間を結ぶ方向のレンズ面曲率と、当該線分とはほぼ直交する方向で対向する2辺間を結ぶ方向のレンズ面曲率とをほぼ等しくすることができ、ほぼ直交する2方向における焦点位置をほぼ一致させることができ、マイクロレンズの非点収差を小さくするのに有効である。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)(b)は本発明の一実施例による画像表示装置の構造を示す一部破断した平面図及び側面図である。

【図2】図1のA部拡大図である。

【図3】同上のマイクロレンズの形状を示す平面図、(b)は(a)のB-B線断面図、(c)は(a)のC-C線断面図である。

【図4】(a)(b)は同上の別なマイクロレンズの具体的な寸法関係を説明するための図である。

【図5】(a)(b)(c)は同上のマイクロレンズアレイの製造方法の一例を示す概略断面図である。

【図6】(a)(b)は同上のマイクロレンズアレイの量産方法を示す断面図である。

【図7】液晶テレビプロジェクトの構成を示す概略構成図である。

【図8】従来のマトリクス配列タイプの液晶表示パネルの構成を模式的に示す平面図である。

【図9】(a)は同上の液晶表示パネルを具体的に示す断面図、(b)は(a)のJ-J線断面図である。

【図10】従来のデルタ配列タイプの液晶表示パネルを

示す一部破断した平面図である。

【図11】同上の液晶表示パネルの画像表示時の発光部分と影の部分を表わした図である。

【図12】液晶表示パネルの照明光及び透過光を示す説明図である。

【図13】液晶表示パネルに円形のマイクロレンズを備えたマイクロレンズアレイを装着した構造を示す一部破断した斜視図である。

【図14】液晶表示パネルに矩形のマイクロレンズを備えたマイクロレンズアレイを装着した構造を示す一部破断した斜視図である。

【図15】矩形のマイクロレンズをデルタ配列されたマイクロレンズアレイを示す一部破断した平面図である。

【図16】レンズ形状が矩形のマイクロレンズアレイを装着した液晶表示パネルの照明光及び透過光を示す説明図である。

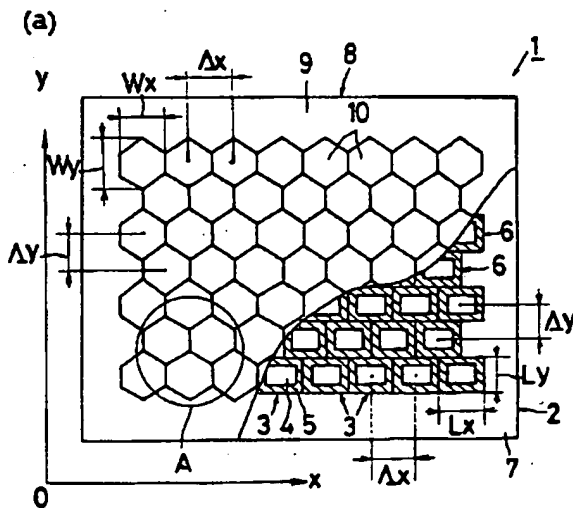
【図17】(a)は矩形のマイクロレンズを示す正面図、(b)は(a)のD-D線断面図、(c)は(a)のE-E線断面図である。

【図18】(a)は矩形のマイクロレンズの集光原理を説明する斜視図、(b)は(a)の x_1-y_1 平面における光束の断面形状を示す図、(c)は(a)の x_2-y_2 平面における光束の断面形状を示す図である。

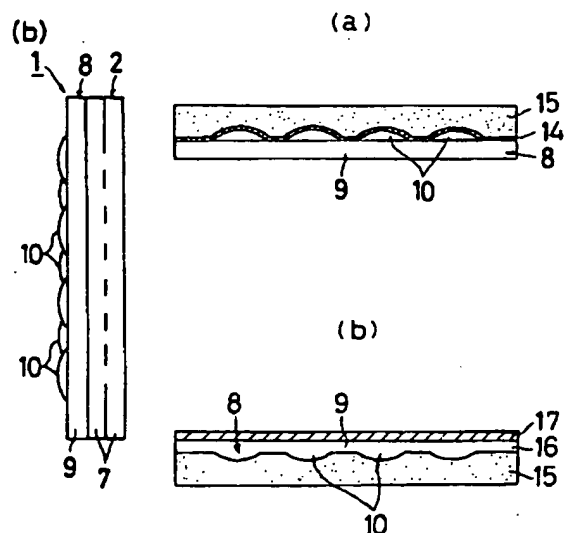
【符号の説明】

- 1 画像表示装置
- 2 液晶表示パネル
- 3 画素
- 6 画素列
- 8 マイクロレンズアレイ
- 10 マイクロレンズ

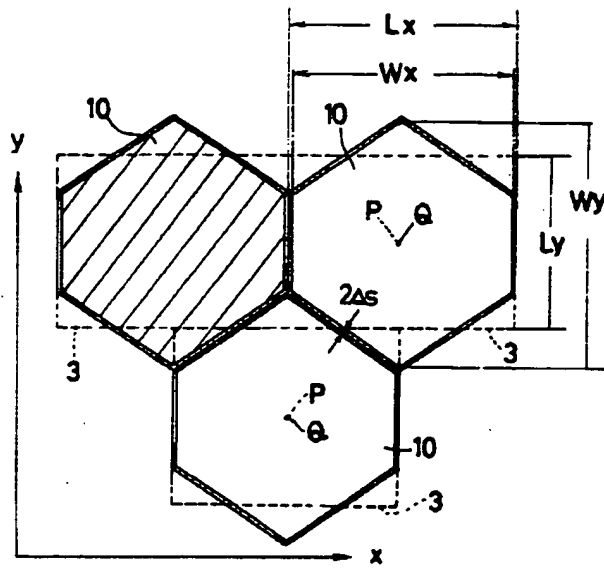
【図1】



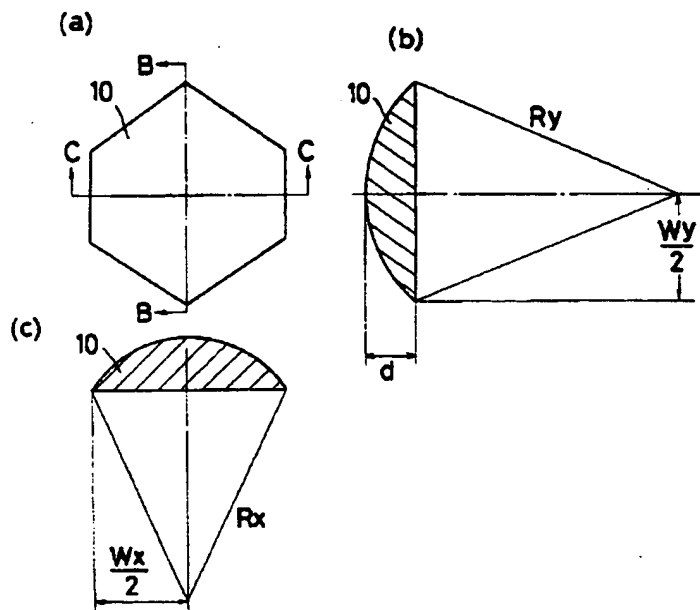
【図6】



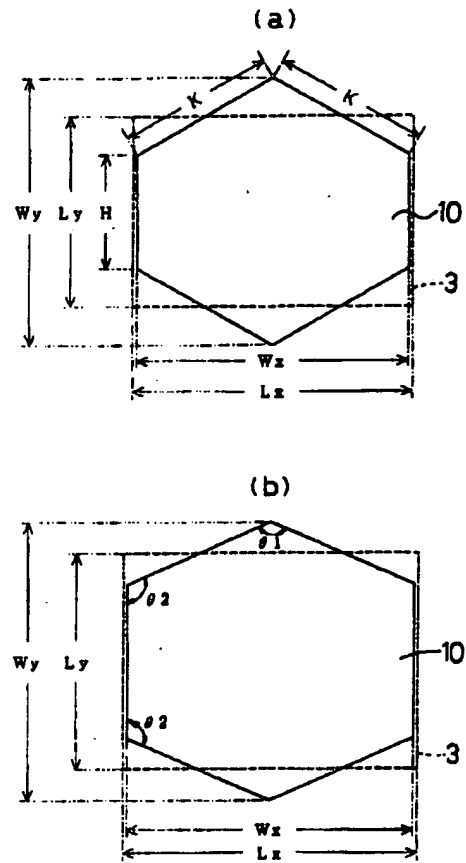
【図2】



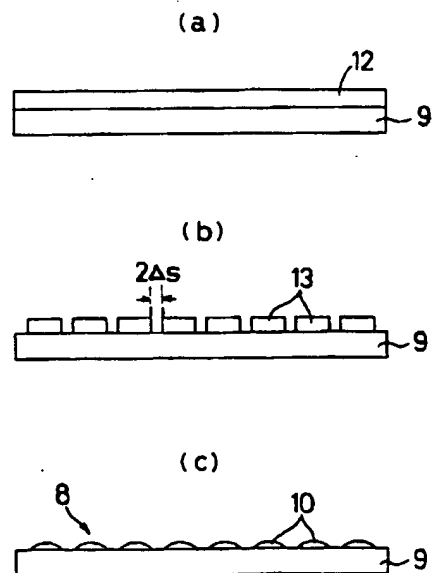
【図3】



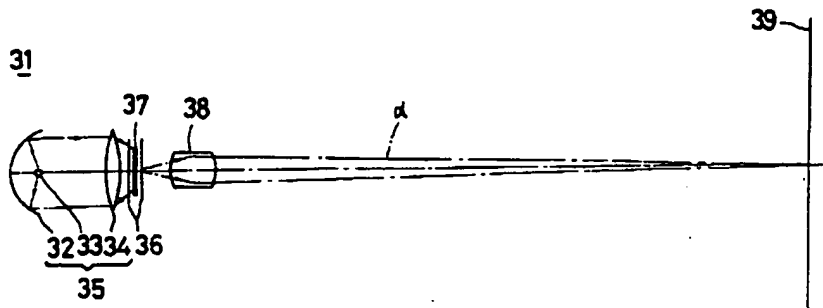
【図4】



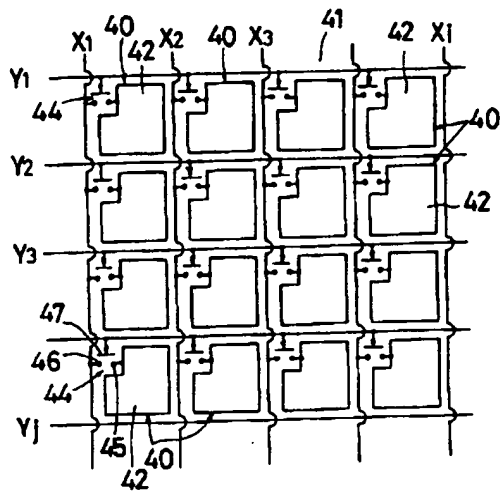
【図5】



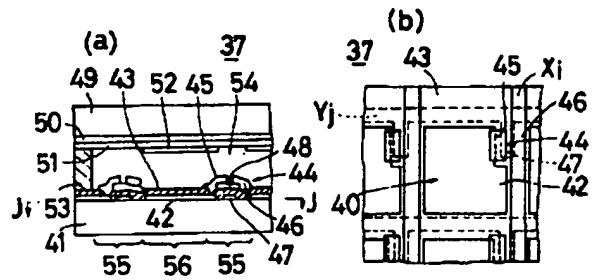
【図7】



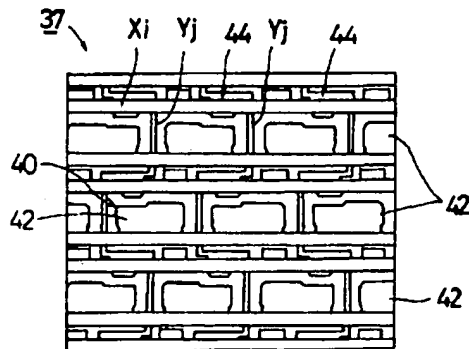
【図8】



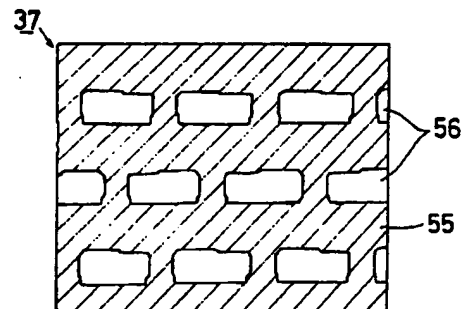
【図9】



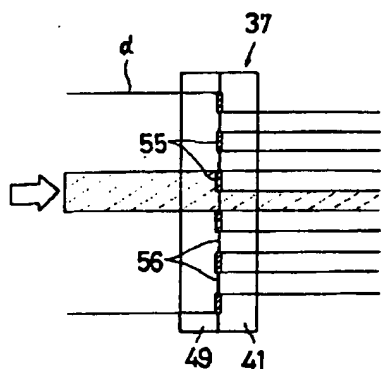
【図10】



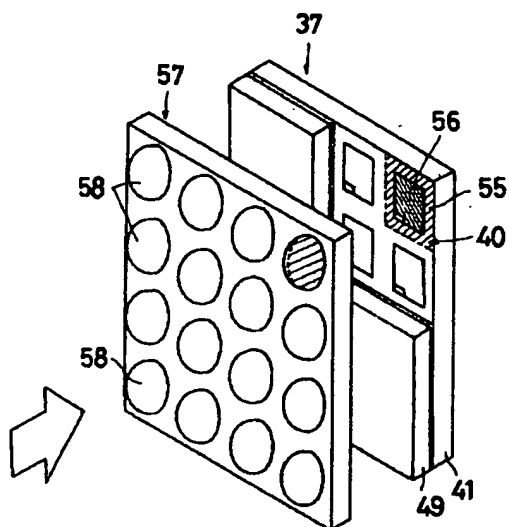
【図11】



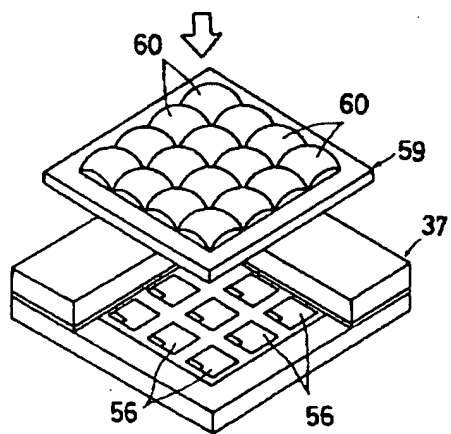
【図12】



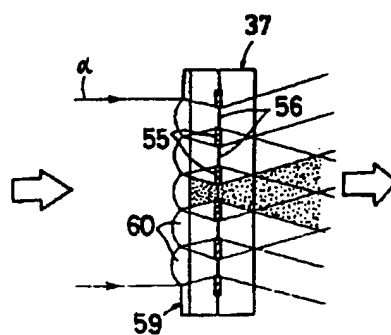
【図13】



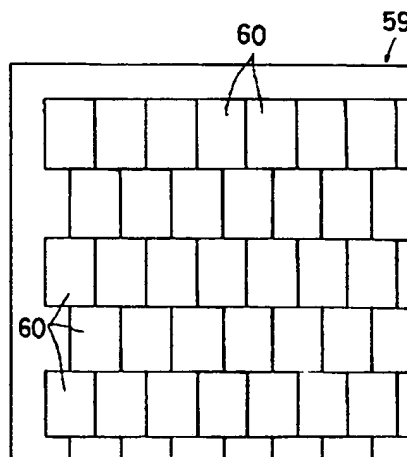
【図14】



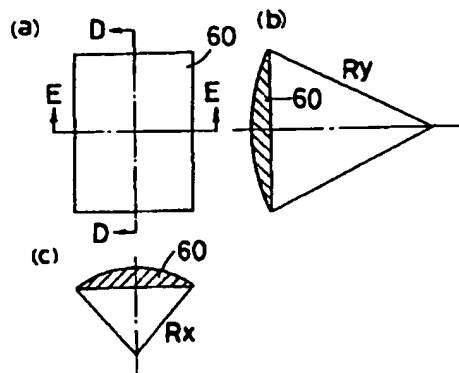
【図16】



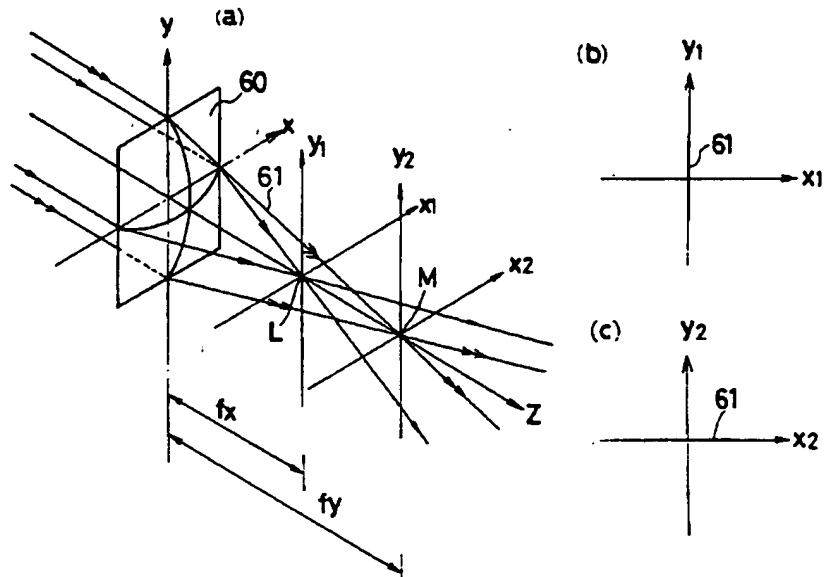
【図15】



【図17】



【図18】



THIS PAGE BLANK (USPTO)